

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07044200 A**

(43) Date of publication of application: **14 . 02 . 95**

(51) Int. Cl.

**G10L 9/18**  
**G10L 9/14**

(21) Application number: **05187937**

(71) Applicant: **NEC CORP**

(22) Date of filing: **29 . 07 . 93**

(72) Inventor: **OZAWA KAZUNORI**

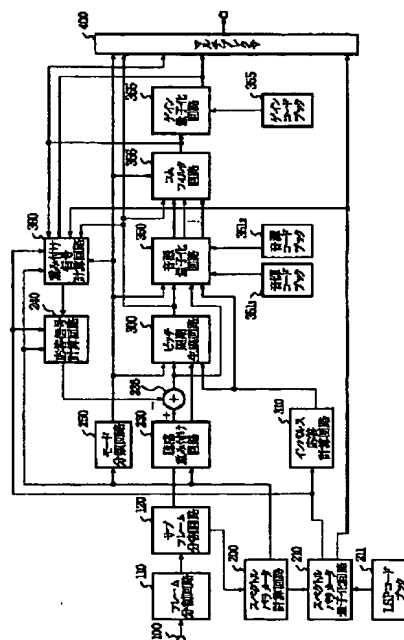
**(54) SPEECH ENCODING SYSTEM**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide the speech encoding system which is not sensitive to a transmission error and has excellent sound quality below 4.8kb/s with a relatively small arithmetic quantity and memory capacity.

**CONSTITUTION:** This system includes a circuit 200 which obtains the spectrum parameters of subframes of a speech signal, a circuit 210 which quantizes them, a circuit 300 which obtains the pitch period of the speech signal at every subframe, by using an adaptive code book, a circuit 350 which selects the constant number of sound source code vectors in order of smaller distortion by a sound source code book 351, a circuit 356 which selects the best sound source code vector after passing the sound source code vectors through a nonrecurrent filter having the constant number of degrees and a weight coefficient for having delay equal to the pitch period, and a circuit 365 which searches for the gain code vector corresponding to the output of the circuit 356 by a gain code book and selects the best gain code vector.

**COPYRIGHT: (C)1995,JPO**



BEST AVAILABLE COPY

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-044200

(43)Date of publication of application : 14.02.1995

(51)Int.Cl.

G10L 9/18  
G10L 9/14

(21)Application number : 05-187937

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 29.07.1993

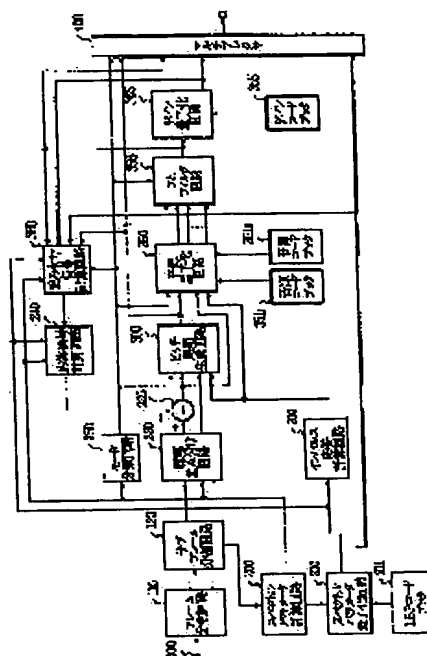
(72)Inventor : OZAWA KAZUNORI

## (54) SPEECH ENCODING SYSTEM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide the speech encoding system which is not sensitive to a transmission error and has excellent sound quality below 4.8kb/s with a relatively small arithmetic quantity and memory capacity.

**CONSTITUTION:** This system includes a circuit 200 which obtains the spectrum parameters of subframes of a speech signal, a circuit 210 which quantizes them, a circuit 300 which obtains the pitch period of the speech signal at every subframe, by using an adaptive code book, a circuit 350 which selects the constant number of sound source code vectors in order of smaller distortion by a sound source code book 351, a circuit 356 which selects the best sound source code vector after passing the sound source code vectors through a nonrecurrent filter having the constant number of degrees and a weight coefficient for having delay equal to the pitch period, and a circuit 365 which searches for the gain code vector corresponding to the output of the circuit 356 by a gain code book and selects the best gain code vector.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.03.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2624130

[Date of registration] 11.04.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-44200

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/18	J	8946-5H		
9/14	G	8946-5H		
	J	8946-5H		

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平5-187937

(22) 出願日 平成5年(1993)7月29日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 小澤 一範

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

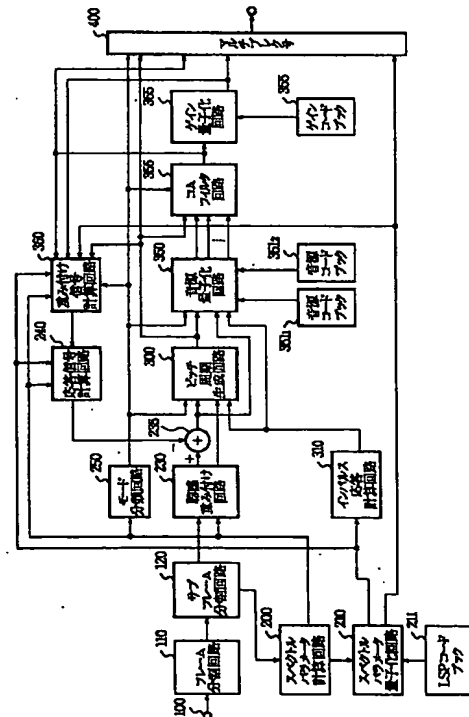
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 音声符号化方式

(57) 【要約】

【目的】 比較的少ない演算量およびメモリ量により、伝送路誤りに敏感でなく、4.8kb/s以下で音質の良好な音声符号化方式の提供。

【構成】 音声信号のサブフレームのスペクトルパラメータを求める回路200と、これを量子化する回路210と、適応コードブックによりサブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求める回路300と、音源コードブックにより歪の小さい順に一定個数の音源コードベクトルを選択する回路350と、この音源コードベクトルをピッチ周期に等しい遅延を有する一定の次数と重み係数の非再帰形フィルタに通した後に最良の音源コードベクトルを選択する回路356と、ゲインコードブックにより回路356の出力に対応するゲインコードベクトルを探索し最良のゲインコードベクトルを選択する回路365とを含んでいる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し少なくとも一つのサブフレームに対して前記音声信号のスペクトル特徴を表すスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算手段と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化手段と、適応コードブックを使用してサブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求めるピッチ周期生成手段と、音源コードブックを使用して歪の小さい順に予め定められた個数の音源コードベクトルを選択する音源量子化手段と、前記予備選択した音源コードベクトルを前記ピッチ周期に等しい遅延を有する予め定められた次数と重み係数の非再帰形フィルタに通した後に最良の音源コードベクトルを探索選択するフィルタ手段と、ゲインコードブックを使用して前記フィルタ手段の出力に対応するゲインコードベクトルを探索し最良のゲインコードベクトルを選択するゲイン量子化手段とを含むことを特徴とする音声符号化方式。

【請求項2】 音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し少なくとも一つのサブフレームに対して前記音声信号のスペクトル特徴を表すスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算手段と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化手段と、適応コードブックを使用してサブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求めるピッチ周期生成手段と、音源コードブックを使用して歪の小さい順に予め定められた個数の音源コードベクトルを選択する音源量子化手段と、前記予備選択した音源コードベクトルを前記ピッチ周期に等しい遅延を有する予め定められた次数と重み係数の非再帰形フィルタに通すフィルタ手段と、ゲインコードブックを使用して前記フィルタ手段の各出力に対応するゲインコードベクトルを探索し最良の音源コードベクトルとゲインコードベクトルの組み合わせを選択するゲイン量子化手段とを含むことを特徴とする音声符号化方式。

【請求項3】 音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し少なくとも一つのサブフレームに対して前記音声信号のスペクトル特徴を表すスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算手段と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化手段と、適応コードブックを使用してサブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求めるピッチ周期生成手段と、音源コードブックを使用して歪の小さい順に予め定められた個数の音源コードベクトルを選択する音源量子化手段と、ゲインコードブックから供給されるゲインコードベクトルの

値から決定された重み係数を有しかつ前記ピッチ周期に等しい遅延を有する予め定められた次数の非再帰形フィルタに前記予備選択した音源コードベクトルを通した後に最良の音源コードベクトルとゲインコードベクトルの組み合わせを選択するフィルタ手段とを含むことを特徴とする音声符号化方式。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は音声符号化方式に関し、特に音声信号を4.8kb/s以下の低いビットレートで高品質に符号化するための音声符号化方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 音声信号を4.8kb/s以下の低いビットレートで符号化する方式としては、例えば、エム・シュレーダー氏とビー・アタル氏(M. Schroeder and B. Atal)による“コードイクサイテドリニアブレディクション：ハイクオリティスピーチアトベリロウビットレイツ(Code-excited linear prediction: High quality speech at very low bit rates)”(Proc. ICASSP, pp. 937-940, 1985年)と題した論文(文献1)や、クレイン(Kleijn)氏らによる“イングループドスピーチクオリティアンドエフィシエントベクトルクワンチゼーションインセルブ(Improved speech quality and efficient vector quantization in SELP)”(Proc. ICASSP, pp. 155-158, 1988年)と題した論文(文献2)等に記載されているCELP(Code Excited LPC Coding)が知られている。

【0003】 この方法では、送信側では、フレーム毎(例えば20ms)に音声信号から線形予測(LPC)分析を用いて、音声信号のスペクトル特性を表すスペクトルパラメータを抽出し、フレームをさらにサブフレーム(例えば5ms)に分割し、サブフレーム毎に過去の音源信号をもとに適応コードブックにおけるパラメータ(遅延パラメータとゲインパラメータ)を抽出し、適応コードブックにより前記サブフレームの音声信号をピッチ予測し、ピッチ予測して求めた残差信号に対して、予め定められた種類の雑音信号からなる音源コードブック(ベクトル量子化コードブック)から最適音源コードベクトルを選択し最適なゲインを計算する。音源コードベクトルの選択の仕方は、選択した雑音信号により合成した信号と、前記残差信号との誤差電力を最小化するように行う。そして選択されたコードベクトルの種類を表すインデクスとゲインならびに、前記スペクトルパラメータと適応コードブックのパラメータを伝送する。受信側の説明は省略する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した文献1、2の従来の音声符号化方式では、ビットレートを低減化するとコードブックのサイズが小さくなり、特に女性音の音質が急激に劣化するという問題点があった。

【0005】 この問題点を解決するために、送信側で音源信号に対してコムフィルタリングを行ない、音源信号のピッチ性を強調させることにより音質を改善する方法が提案されている。

【0006】 この方法の詳細は、例えばエス・ワング (S. Wang) 氏らによる“インプルーブド イクサイテーション フォア フォネティカリセグメンテド ブイエックスシー スピーチ コーディング ベロウ 4kb/s (Improved Excitation for Phonetically-Segmented VXC Speech Coding Below 4kb/s)” (Proc. GLOBECOM, p. 946-950, 1990) と題した論文 (文献3) 等を参照できる。

【0007】 文献3の方法を使用すると、音質は改善されるものもあるが、適応コードブックと音源コードブックの両者の探索の時に、全てのコードベクトルにコムフィルタリングを施しているため、演算量が膨大になること、伝送路誤りによりピッチ情報が誤ったときには、受信側で、大幅な音質劣化が生ずるなどの問題点があった。

【0008】 本発明の目的は、上述した問題点を解決し、比較的少ない演算量およびメモリ量により、伝送路誤りに敏感でなく、4.8kb/s以下で音質の良好な音声符号化方式を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 第1の発明の音声符号化方式は、音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し少なくとも一つのサブフレームに対して前記音声信号のスペクトルの特徴を表すスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算手段と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化手段と、適応コードブックを使用してサブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求めるピッチ周期生成手段と、音源コードブックを使用して歪の小さい順に予め定められた個数の音源コードベクトルを選択する音源量子化手段と、前記予備選択した音源コードベクトルを前記ピッチ周期に等しい遅延を有する予め定められた次数と重み係数の非再帰形フィルタに通した後に最良の音源コードベクトルを探索選択するフィルタ手段と、ゲインコードブックを使用して前記フィルタ手段の出力に対応するゲインコードベクトルを探索し最良のゲインコードベクトルを選択するゲイン量子化手段とを含んで構成される。

【0010】 第2の発明の音声符号化方式は、音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し少なくとも一つのサブフレームに対して前記音声信号のスペクトルの特徴を表すスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算手段と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化手段と、適応コードブックを使用してサブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求めるピッチ周期生成手段と、音源コードブックを使用して歪の小さい順に予め定められた個数の音源コードベクトルを選択する音源量子化手段と、前記予備選択した音源コードベクトルを前記ピッチ周期に等しい遅延を有する予め定められた次数と重み係数の非再帰形フィルタに通すフィルタ手段と、ゲインコードブックを使用して前記フィルタ手段の各出力に対応するゲインコードベクトルを探索し最良の音源コードベクトルとゲインコードベクトルの組み合わせを選択するゲイン量子化手段とを含んで構成される。

【0011】 第3の発明の音声符号化方式は、音声信号を入力し予め定められた時間長のフレームに分割し前記フレームの音声信号をフレームよりも時間的に短い複数個のサブフレームに分割し少なくとも一つのサブフレームに対して前記音声信号のスペクトルの特徴を表すスペクトルパラメータを求めるスペクトルパラメータ計算手段と、前記スペクトルパラメータを量子化するスペクトルパラメータ量子化手段と、適応コードブックを使用してサブフレーム毎に音声信号のピッチ周期を求めるピッチ周期生成手段と、音源コードブックを使用して歪の小さい順に予め定められた個数の音源コードベクトルを選択する音源量子化手段と、ゲインコードブックから供給されるゲインコードベクトルの値から決定された重み係数を有しかつ前記ピッチ周期に等しい遅延を有する予め定められた次数の非再帰形フィルタに前記予備選択した音源コードベクトルを通した後に最良の音源コードベクトルとゲインコードベクトルの組み合わせを選択するフィルタ手段とを含んで構成される。

## 【0012】

【作用】 本発明による音声符号化方式の作用を説明する。

【0013】 音声信号をフレーム (例えば40ms) に分割し、さらに、サブフレーム (例えば8ms) に分割する。フレーム毎に音声のスペクトルの特徴を表すスペクトルパラメータを計算し量子化する。

【0014】 ピッチ周期生成手段では、サブフレーム毎に、適応コードブックを使用して音声のピッチ周期に対応する遅延を計算する。

【0015】 音源量子化手段では、音源コードブックの探索を行ない、歪の小さい順に複数個 (例えばM個) の音源コードベクトルを予備選択する。

【0016】予備選択された音源コードベクトルの各々に対して、下式により非再帰形フィルタ（以下MA形コムフィルタと呼ぶ）に通すことによりコムフィルタリングを行なう。

【0017】ここで、コムフィルタの遅延は、前記ピッチ周期に応じた遅延とする。また、コムフィルタの次数は予め定められた次数とする。以下では、簡単のために、次数＝1とし、その場合についてのコムフィルタリングした音源コードベクトル $c_{jz}(n)$ は下式で示される。

【0018】

$$c_{jz}(n) = c_j(n) + \eta \cdot c_j(n-T) \quad (1)$$

$$D = \sum_n [x_w(n) - \beta \cdot v(n-T) * h_w(n) - \gamma \cdot c_{jz}(n) * h_w(n)]^2$$

(2)

【0022】上式で、 $x_w(n)$ は後述の聴感重み付け回路の出力、 $v(n-T)$ はピッチ周期生成手段の出力、 $\beta$ はピッチ周期生成手段のゲイン、 $\gamma$ は音源コードブックの最適ゲイン、 $h_w(n)$ は聴感重み付け合成フィルタのインパルス応答である。

【0023】次に、ゲイン量子化手段において、ゲインコードブックを用いてゲイン( $\beta$ ,  $\gamma$ )を量子化する。

【0024】第2の発明では、音源コードベクトルを複

$$D_2 = \sum_n [x_w(n) - \beta'_k \cdot v(n-T) * h_w(n) - \gamma'_k \cdot c_{jz}(n) * h_w(n)]^2$$

(3)

【0027】上式で、( $\beta'_k$ ,  $\gamma'_k$ )はk番目のゲインコードベクトルである。ここでゲインコードベクトルは2次元のものを使用している。

【0028】第3の発明では、コムフィルタの重み係数 $\eta$ として、第1および第2の発明のように予め定められた値を用いるのではなく、ゲインコードブックの探索の

$$D_3 = \sum_n [x_w(n) - \beta'_k \cdot v(n-T) * h_w(n) - \gamma'_k \cdot c_{jz}(n) * h_w(n)]^2$$

(4)

【0031】ここで、

【0032】

$$c_{jz}(n) = c_j(n) + \varepsilon \cdot \beta'_k \cdot c_j(n-T)$$

(5)

【0033】であり、 $\varepsilon \cdot \beta'_k$ は、k番目のゲインコードベクトル( $\beta'_k$ ,  $\gamma'_k$ )の第1次目を用いて求

【0019】上式で、 $c_j(n)$ は予備選択された音源コードベクトル、 $\eta$ はMA形コムフィルタの重み係数であり、予め定められた値を有する。Tはピッチ周期生成手段において求められた遅延である。

【0020】予備選択された各音源コードベクトルについて(1)式によりコムフィルタリングを行ない、コムフィルタリングされた音源コードベクトル $c_{jz}(n)$ の中から、次式の歪を最小化する最良の音源コードベクトルを1種類選択する。

【0021】

数個予備選択し、複数個に対して、各々の音源コードベクトルに対してゲインコードベクトルを探索するときに、(1)式で音源コードベクトルをコムフィルタリングして行なう。

【0025】つまり、下式の歪を最小化するような、ゲインコードベクトルと音源コードベクトルの組を1組選択する。

【0026】

時に、ゲインコードベクトルから得られる値を用いることを特徴とする。

【0029】コムフィルタ回路では、下記の歪を最小化するように、ゲインコードベクトル( $\beta'_k$ ,  $\gamma'_k$ )と音源コードベクトル $c_j(n)$ の組を選択する。

【0030】

めたコムフィルタの重み係数である。ここで、 $\varepsilon$ は予め定められた定数である。

【0034】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0035】図1は第1の発明の音声符号化方式の一実施例を示すブロック図である。



【0036】図1において、入力端子100から音声信号を入力し、フレーム分割回路110では音声信号をフレーム（例えば40ms）毎に分割し、サブフレーム分割回路120では、フレームの音声信号をフレームよりも短いサブフレーム（例えば8ms）に分割する。

【0037】スペクトルパラメータ計算回路200では、少なくとも一つのサブフレームの音声信号に対して、サブフレーム長よりも長い窓（例えば24ms）をかけて音声を切り出してスペクトルパラメータを予め定められた次数（例えば $P=10$ 次）計算する。

【0038】スペクトルパラメータは、特に子音、母音間での過渡区間では時間的に大きく変化するので、短い時間毎に分析する方が望ましいが、そのようにすると分析に必要な演算量が増大するため、ここでは、フレーム中のいずれか $L$ 個（ $L>1$ ）のサブフレーム（例えば $L=3$ とし、第1、3、5サブフレーム）に対してスペクトルパラメータを計算することにする。

【0039】そして、分析をしなかったサブフレーム（ここでは第2、4サブフレーム）では、それぞれ、第1と第3サブフレーム、第3と第5サブフレームのスペクトルパラメータを後述のLSP上で直線補間したものをスペクトルパラメータとして使用する。

【0040】ここでスペクトルパラメータの計算には、周知のLPC分析や、Burg分析等を用いることができる。ここでは、Burg分析を用いることとする。Burg分析の詳細については、中溝著による“信号解析とシステム同定”と題した単行本（コロナ社1988年刊）の82～87頁（文献4）に記載されているので説明は略する。

【0041】さらにスペクトルパラメータ計算回路200では、Burg法により計算された線形予測係数 $\alpha_i$ （ $i=1\sim10$ ）を量子化や補間に適したLSPパラメータに変換する。ここで、線形予測係数からLSPへの変換は、菅村他による“線スペクトル対（LSP）音声分析合成方式による音声情報圧縮”と題した論文（電子通信学会論文誌、J64-A、pp. 599-606、1981年）（文献5）を参照することができる。

【0042】つまり、第1、3、5サブフレームでBurg法により求めた線形予測係数をLSPパラメータに変換し、第2、4サブフレームのLSPを直線補間により求めて、第2、4サブフレームのLSPを逆変換して線形予測係数に戻し、第1～5サブフレームの線形予測係数 $\alpha_{il}$ （ $i=1\sim10$ 、 $l=1\sim5$ ）を聴感重み付け回路230に出力する。また第1～5サブフレームのLSPをスペクトルパラメータ量子化回路210へ出力する。

【0043】スペクトルパラメータ量子化回路210では、LSPコードブック211を使用して、予め定められたサブフレームのLSPパラメータを効率的に量子化する。以下では、量子化法として、ベクトル量子化を用

いるものとし、第5サブフレームのLSPパラメータを量子化するものとする。

【0044】LSPパラメータのベクトル量子化の手法は周知の手法を用いることができる。具体的方法は、例えば、特開平4-171500（文献6）や特開平4-363000（文献7）や、特開平5-6199（文献8）や、野村氏他による「LSPパラメータの効率的な量子化、補間法の検討」（電子情報通信学会秋季全大、1993年9月）と題した論文（文献9）等を参照できるのでここでは説明は略する。

【0045】また、スペクトルパラメータ量子化回路210では、第5サブフレームで量子化したLSPパラメータをもとに、第1～第4サブフレームのLSPパラメータを復元する。ここでは、現フレームの第5サブフレームの量子化LSPパラメータと1つ過去のフレームの第5サブフレームの量子化LSPを直線補間して、第1～第4サブフレームのLSPを復元する。

【0046】ここで、量子化前のLSPと量子化後のLSPとの誤差電力を最小化するコードベクトルをLSPコードブック211から1種類選択した後に、直線補間により第1～第4サブフレームのLSPを復元できる。さらに性能を向上させるためには、前記誤差電力を最小化するコードベクトルを複数候補選択したのちに、各々の候補について、累積歪を評価し、累積歪を最小化する候補と補間LSPの組を選択するようにすることができる。

【0047】以上により復元した第1～4サブフレームのLSPと第5サブフレームの量子化LSPをサブフレーム毎に線形予測係数 $\alpha'_{il}$ （ $i=1\sim10$ 、 $l=1\sim5$ ）に変換し、インパルス応答計算回路310へ出力する。また、第5サブフレームの量子化LSPのコードベクトルを表すインデックスをマルチプレクサ400に出力する。

【0048】上記において、直線補間のかわりに、LSPの補間パターンを予め定められたビット数（例えば2ビット）分用意しておき、これらのパターンの各々に対して1～4サブフレームのLSPを復元して累積歪を最小化するコードベクトルと補間パターンの組を選択するようにしてもよい。このようにすると補間パターンのビット数だけで伝送情報が増加するが、LSPのフレーム内での時間的な変化をより精密に表すことができる。

【0049】ここで、補間パターンは、トレーニング用のLSPデータを用いて予め学習して作成してもよいし、予め定められたパターンを格納しておいてもよい。予め定められたパターンとしては、例えば、テー・タニグチ他（T. Taniguchi et al.）による“インブルードセルブスピーチコーディングアト4kb/s アンドベロウ（Improved CELP speech coding at 4kb/s and below）”と題した論文（Proc. IC

SLP, pp. 41-44, 1992) (文献10)等に記載のパターンを用いることができる。

【0050】またさらに、性能を改善するためには、補間パターンを選択した後に、予め定められたサブフレームにおいて、LSPの真の値とLSPの補間値との誤差信号を求め、前記誤差信号をさらに誤差コードブックで表すようにしてもよい。詳細は、前記文献9等を参照できる。

【0051】モード分類回路250では、モード分類を行なうときの特徴量として、スペクトルパラメータの予測誤差電力を用いる。スペクトルパラメータ計算回路200により計算された線形予測係数を5サブフレーム分入力し、kパラメータに変換し、5サブフレーム分の累積予測誤差電力Eを計算する。Eの値を予め定められたしきい値と比較して、複数種類のモードに分類する。例えば、Eの小さい順にモード0～3の4種類のモードに分類するときは、3種類のしきい値と比較することにより行なう。

【0052】そして、得られたモード情報をピッチ周期

$$x_z(n) = d(n) - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \cdot d(n-i) \\ + \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \gamma^i \cdot y(n-i) + \sum_{i=1}^{10} \alpha'_i \gamma^i \cdot x_z(n-i)$$

(6)

【0056】ここで、 $\gamma$ は聴感重み付け量を制御する重み係数であり、下記の(8)式の $\gamma$ と同一の値である。また、 $y(n)$ は聴感重み付け合成フィルタの出力信号である。

【0057】減算器235は、下式により、聴感重み付け信号から応答信号を1サブフレーム分減算した $x_w'(n)$ をピッチ周期生成回路300へ出力する。

【0058】

$$x_w'(n) = x_w(n) - x_z(n) \quad (7)$$

【0059】インパルス応答計算回路310は、z変換が下式で表される聴感重み付け合成フィルタのインパルス応答 $h_w(n)$ を予め定められた点数Lだけ計算し、ピッチ周期生成回路300、音源量子化回路350へ出力する。

【0060】

生成回路300へ出力すると共に、モード情報を表すインデクス(4種類のモード情報のときは2ビット)をマルチプレクサ400へ出力する。

【0053】聴感重み付け回路230は、スペクトルパラメータ計算回路200から、各サブフレーム毎に量子化前の線形予測係数 $\alpha_{il}$  ( $i=1\sim10$ ,  $l=1\sim5$ )を入力し、サブフレームの音声信号に対して聴感重み付けを行ない、聴感重み付け信号を出力する。

【0054】応答信号計算回路240は、スペクトルパラメータ計算回路200から、各サブフレーム毎に線形予測係数 $\alpha_{il}$ を入力し、スペクトルパラメータ量子化回路210から、量子化、補間して復元した線形予測係数 $\alpha'_{il}$ をサブフレーム毎に入力し、保存されているフィルタメモリの値を用いて、入力信号 $d(n)=0$ とした応答信号を1サブフレーム分計算し、減算器235へ出力する。ここで、応答信号 $x_z(n)$ は下式で表される。

【0055】

$$H_w(z) = [1 - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i z^{-i} / 1 - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \gamma^i z^{-i}] \\ \cdot [1 / 1 - \sum_{i=1}^{10} \alpha'_i \gamma^i z^{-i}]$$

(8)

【0061】ピッチ周期生成回路300は、適応コードブックを使用して、モード分類回路250からのモード情報を入力し、予め定められたモード(例えばモード1～3)のときのみピッチパラメータを求める。そして、求めたサブフレーム毎の遅延値に対応するインデクスをマルチプレクサ400へ出力する。

【0062】音源量子化回路350は、減算器235の出力信号、ピッチ周期生成回路300の出力信号、インパルス応答計算回路310の出力信号を入力し、音源コードブックの探索を行なう。ここで、音源コードブックの段数は2とし、図1では2段のベクトル量子化コードブックを音源コードブック351<sub>1</sub>～351<sub>2</sub>として表している。各段のコードベクトルの探索は(9)式を最小化するように行なう。

【0063】

$$D = \sum_{n=0}^{N-1} [x'_w(n) - \beta \cdot q(n) - \gamma_1 c_{1j}(n) * h_w(n) - \gamma_2 c_{2i}(n) * h_w(n)]^2$$

(9)

【0064】ただし、 $x'_w(n)$  は減算器235の出力信号である。 $\beta$  はピッチ周期生成回路300のゲイン、 $q(n)$  はピッチ周期生成回路300の出力信号である。

【0065】なお、モード0ではピッチ周期生成回路300を使用しないため、(9)式のかわりに(10)式を最小化するコードベクトルを探索する。

【0066】

$$D = \sum_{n=0}^{N-1} [x'_w(n) - \gamma_1 c_{1j}(n) * h_w(n) - \gamma_2 c_{2i}(n) * h_w(n)]^2$$

(10)

【0067】ここで、 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  はそれぞれ、1段目、2段目の音源コードブックの最適ゲインである。

【0068】(9)式、(10)式を最小化するための1段目、2段目のコードベクトルの探索法は種々あるが、ここでは、探索に要する演算量を低減化するために、1段目、2段目から複数種類(M)の候補を選択し、選択後に、1、2段目の候補のM\*Mの組み合わせ探索を行ない、(9)式の歪を最小化する候補の組み合わせを複数個(L)選択し出力する。具体的な探索法は前記文献7を参照できる。また、1段目、2段目の音源コードベクトルは、前述の探索法を考慮して、予め多量の音声データベースを用いて設計しておく。具体的な設計法は、前記文献7を参照できる。

【0069】次に、コムフィルタ回路356では、モード1~3において、選択されたL個の音源コードベクトル候補の各々に対して、(1)式に従い、MA形コムフィルタを通す。以下の説明では、コムフィルタの次数を1とする。また、コムフィルタの重み係数は、予め定められた値を用いるが、モード毎に異なる値を用いることもできる。

【0070】音源コードベクトルの各々に対して、コムフィルタを通した信号 $c_{jz}(n)$ を用いて下式の歪を評価し、歪を最小化する音源コードベクトルを1種選択し出力する。

【0071】

$$D_c = \sum_{n=c}^{N-1} [x'_w(n) - \beta \cdot q(n) - \gamma_1 c_{1jz}(n) * h_w(n) - \gamma_2 c_{2iz}(n) * h_w(n)]^2$$

(11)

【0072】以上により決定された1段目、2段目のコードベクトルのインデクス $I_{c1}$ 、 $I_{c2}$ をマルチプレクサ400に出力する。

【0073】ゲイン量子化回路365は、ゲインコードブック355の探索、ゲインの量子化を行なう。ゲインコードブック355は、ピッチ周期生成回路300を使

用するモード1~3では、音源コードブックの決定されたインデクスを用いて下式を最小化するようにゲインコードブック355を使用してゲインコードベクトルを探索する。

【0074】

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} [x'_w(n) - \beta'_k \cdot q(n) - \gamma'_{1k} c_{1jz}(n) * h_w(n) - \gamma'_{2k} c_{2iz}(n) * h_w(n)]^2$$

(12)

【0075】ここで、 $\beta'_k$ 、 $\gamma'_{1k}$ 、 $\gamma'_{2k}$ は、それ

ぞれ、適応コードベクトル、1段目、2段目の音源コー

ドベクトルの量子化されたゲインを示す。ここで、

$(\beta'_k, \gamma'_{1k}, \gamma'_{2k})$  はその  $k$  番目のコードベクトルである。

【0076】(12)式を最小化するには、例えば、全てのゲインコードベクトル( $k=0, \dots, 2^B-1$ )に対して(12)式を計算し、(12)式を最小化するゲインコードベクトルを求めてもよいし、ゲインコードベクトルの候補を複数種類予備選択しておき、その複数種類のなかから、(12)式を最小化するものを選択し

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} [x'_w(n) - \gamma'_{1k} c_{1j}(n) * h_w(n) - \gamma'_{2k} c_{21}(n) * h_w(n)]^2$$

(13)

【0079】重み付け信号計算回路360は、スペクトルパラメータ計算回路200の出力パラメータおよび、それぞれのインデックスを入力し、インデックスからそれに

$$v(n) = \beta'_k \cdot v(n-d) + \gamma'_{1k} \cdot c_{1jz}(n) + \gamma'_{2k} \cdot c_{21z}(n)$$

(14)

【0081】ただし、ピッチ周期生成回路300を使用しないモードでは、 $\beta' = 0$ とする。

【0082】次に、スペクトルパラメータ計算回路200の出力パラメータ、スペクトルパラメータ量子化回路

でもよい。

【0077】ゲインコードベクトル決定後、選択されたゲインコードベクトルを示すインデックス  $I_g$  を出力する。一方、ピッチ周期生成回路300を用いないモードでは、下式を最小化するようにゲインコードブック355を探索する。ここでは2次元のゲインコードブックを使用する。

【0078】

対応するコードベクトルを読みだし、まず下式にもとづき駆動音源信号  $v(n)$  を求める。

【0080】

210の出力パラメータを用いて下式により、重み付け信号  $s_w(n)$  をサブフレーム毎に計算し、応答信号計算回路240へ出力する。

【0083】

$$s_w(n) = v(n) - \sum_{i=1}^{10} a_i v(n-i) + \sum_{i=1}^{10} a_i \gamma^i p(n-i) + \sum_{i=1}^{10} a'_i \gamma^i s_w(n-i)$$

(15)

【0084】ここで  $p(n)$  は聴感重み付け合成フィルタの出力信号である。

【0085】以上により第1の発明に対応する実施例の説明を終える。

【0086】図2は第2の発明の音声符号化方式の一実施例を示すブロック図である。図1の実施例と同一の参照番号を付した構成要素は、図1と同様の動作を行なうので説明を省略する。

【0087】図2において、コムフィルタ回路357は、モード1～3では、音源コードベクトルの  $L$  個の候補の各々に対して、(1)式に従いMA形コムフィルタ

リングを行ない、 $L$  個のコムフィルタリングされた信号をゲイン量子化回路366に出力する。モード0ではコムフィルタリングは行なわない。ここで、モード1～3でのコムフィルタの重み係数は、予め定められた値を用いるが、モード毎に異なる値を用いることもできる。

【0088】ゲイン量子化回路366は、モード1～3では、 $L$  個のコムフィルタリングされた信号の各々に対して、下式を最小化するように3次元のゲインコードブック355を使用してゲインコードベクトルを探索する。

【0089】

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} [x'_w(n) - \beta'_k \cdot q(n) - \gamma'_{1k} c_{1jz}(n) * h_w(n) - \gamma'_{2k} c_{2iz}(n) * h_w(n)]^2$$

(16)

【0090】ここで、 $\beta'_k$ 、 $\gamma'_{1k}$ 、 $\gamma'_{2k}$ は、それぞれ、適応コードベクトル、1段目、2段目の音源コードベクトルの量子化されたゲインを示す。ここで、

( $\beta'_k$ 、 $\gamma'_{1k}$ 、 $\gamma'_{2k}$ )はそのk番目のコードベクトルである。

【0091】(16)式を最小化するには、例えば、全てのゲインコードベクトル( $k=0, \dots, 2^B-1$ )に対して(16)式を計算し、(16)式を最小化するゲインコードベクトルを求めてもよいし、ゲインコードベクトルの候補を予め複数種類予備選択しておき、その

複数種類のなかから、(16)式を最小化するものを選択してもよい。

【0092】(16)式をL個の信号に対して繰り返し、歪を最小化する信号 $c_z(n)$ とゲインコードベクトルとの組み合わせを1種類選択し出力する。

【0093】一方、ピッチ周期生成回路300を用いないモードでは、下式を最小化するようにゲインコードブック355を探索する。ここでは2次元のゲインコードブックを使用する。

【0094】

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} [x'_w(n) - \gamma'_{1k} c_{1jz}(n) * h_w(n) - \gamma'_{2k} c_{2iz}(n) * h_w(n)]^2$$

(17)

【0095】以上で、第2の発明の実施例の説明を終了する。

【0096】図3は第3の発明の音声符号化方式の一実施例を示すブロック図である。図1の実施例と同一の参照番号を付した構成要素は、図1と同様の動作を行なうので説明を省略する。

【0097】コムフィルタ回路358は、モード1~3では、音源コードベクトルのL個の候補の各々に対して、(1)式に従いMA形コムフィルタリングを行なう

が、このときに、ゲインコードブック355からゲインコードベクトルを入力して、ゲインコードベクトルから得られる値を用いてコムフィルタの重み係数を求め、

(5)式により、L個の音源コードベクトルの各々に対してコムフィルタリングを行ない、 $c_{j'z}(n)$ を求める。ここで、(5)式の $\varepsilon$ は、予め定められた定数であり、モードによらず一定値としてもよいし、モード毎に異なる値としてもよい。

【0098】

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} [x'_w(n) - \beta'_k \cdot q(n) - \gamma'_{1k} c_{1j'z}(n) * h_w(n) - \gamma'_{2k} c_{2i'z}(n) * h_w(n)]^2$$

(18)

【0099】コムフィルタリングをしたL個の信号の各々に対して、(18)式を最小化するように、ゲインコードベクトルを求め、それらの中から、(18)式の歪が最も小さいゲインコードベクトルと音源コードベクトルとの組み合わせを1種類選択し、マルチプレクサ400へ出力する。

【0100】重み付け信号計算回路361は、スペクトルパラメータ計算回路200の出力パラメータおよびそれぞれのインデックスを入力し、インデックスからそれに対応するコードベクトルを読みだし、まず、下式にもとづき駆動音源信号 $v(n)$ を求める。

【0101】

$$v(n) = \beta'_k \cdot v(n-d) + \gamma'_{1k} \cdot c_{1j'z}(n) + \gamma'_{2k} \cdot c_{2i'z}(n)$$

(19)

【0102】ただし、ピッチ周期生成回路300を使用

しないモードでは、 $\beta' = 0$ とする。

【0103】以上により、第3の発明の実施例の説明を終了する。

【0104】本発明の意向を損なうことなく、上述した実施例以外にも種々の変形が可能である。

【0105】スペクトルパラメータはLSP以外にも他の周知なパラメータを用いることができる。

【0106】スペクトルパラメータ計算回路200ではフレーム中で少なくとも1つのサブフレームでスペクトルパラメータを計算するときに、前のサブフレームと現在のサブフレームとのRMSの変化あるいはパワの変化を測定し、これらの変化が大きな複数のサブフレームに対してスペクトルパラメータを計算するようにしてもよい。このようにすると、音声の変化点では必ずスペクトルパラメータを分析することになり、分析するサブフレーム数を低減しても性能の劣化を防ぐことができる。

【0107】スペクトルパラメータの量子化には、ベクトル量子化、スカラー量子化、ベクトル-スカラー量子化など周知な方法を用いることができる。

【0108】スペクトルパラメータ量子化回路210における補間パターンの選択には、他の周知な距離尺度を用いることができる。

【0109】モード分類回路250における特徴量は、他の周知なものを用いることができる。例えば、ピッチ予測による予測ゲインを用いることができる。

【0110】ピッチ周期生成回路300ならびにコムフィルタ回路356、357および358における遅延は、整数値でも小数値でもよい。

【0111】また、音源量子化回路360において、(9)～(17)式で、ゲイン $\gamma_1$ と $\gamma_2$ を同一とすることもできる。このときは、ゲインコードブック355はピッチ周期生成回路300を用いるモードでは、

( $\beta'$ ,  $\gamma'$ )の2次元ゲインとなり、ピッチ周期生成回路300を用いないモードでは( $\gamma'$ )の1次元ゲインとなる。

【0112】また、モード毎に、音源コードブックの段数、あるいは各段の音源コードブックのビット数、ゲインコードブックのビット数を変えることもできる。例えば、モード0は3段で、モード1～3は2段とすることもできる。

【0113】また、音源コードブックの構成は、例えば、2段構成のときに、1段目のコードベクトルに対応させて2段目のコードブックを設計しておき、1段目で選択されたコードベクトルに応じて2段目で探索するコードブックを切り換えるようにすると、メモリ量は増大するが、性能はさらに改善される。

【0114】また、音源コードブックはレギュラーパルス構成とすることにより、探索に必要な演算量、格納に必要なメモリ量を低減化できる。

【0115】また、音源コードブックの探索、ならびに学習のときの距離尺度は、他の周知な尺度を用いること

もできる。

【0116】コムフィルタ回路356、357および358の次数は、高次(例えば3次)とすることもできる。このようにすると、演算量がやや増加するが、性能はさらに改善される。

【0117】また、ゲインコードブック355は、伝送ビット数よりも全体で数倍大きなサイズのコードブックをあらかじめ学習し、予め定められたモード毎に前記コードブックの一部の領域を使用領域としてアサインしておき、符号化するときは、モードに応じて使用領域を切り換えて使用することもできる。

【0118】また、ピッチ周期生成回路300での探索、ならびに音源量子化回路360での探索には、それぞれ、(9)～(12)式のように、インパルス応答 $h_w(n)$ を用いて畳み込み演算を行なったが、これは、伝達特性が(8)式で表されるような重み付けフィルタを用いてフィルタリング演算により行なうこともできる。このようにすると、演算量は増大するが、性能はさらに向上する。

【0119】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の音声符号化方式によれば、予備選択された複数の音源コードベクトルに対して、非再帰形コムフィルタを通し、歪を最小化する音源コードベクトルを選択するか、非再帰形コムフィルタを通してゲインコードベクトルと音源コードベクトルの組み合わせを選択するかしているの、低ビットレートでも比較的少ない演算量で音質の改善を行なうことができるという効果がある。さらに、非再帰形コムフィルタを使用しているの、伝送路誤りによる音質の劣化が少ないという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の音声符号化方式の一実施例を示すブロック図である。

【図2】第2の発明の音声符号化方式の一実施例を示すブロック図である。

【図3】第3の発明の音声符号化方式の一実施例を示すブロック図である。

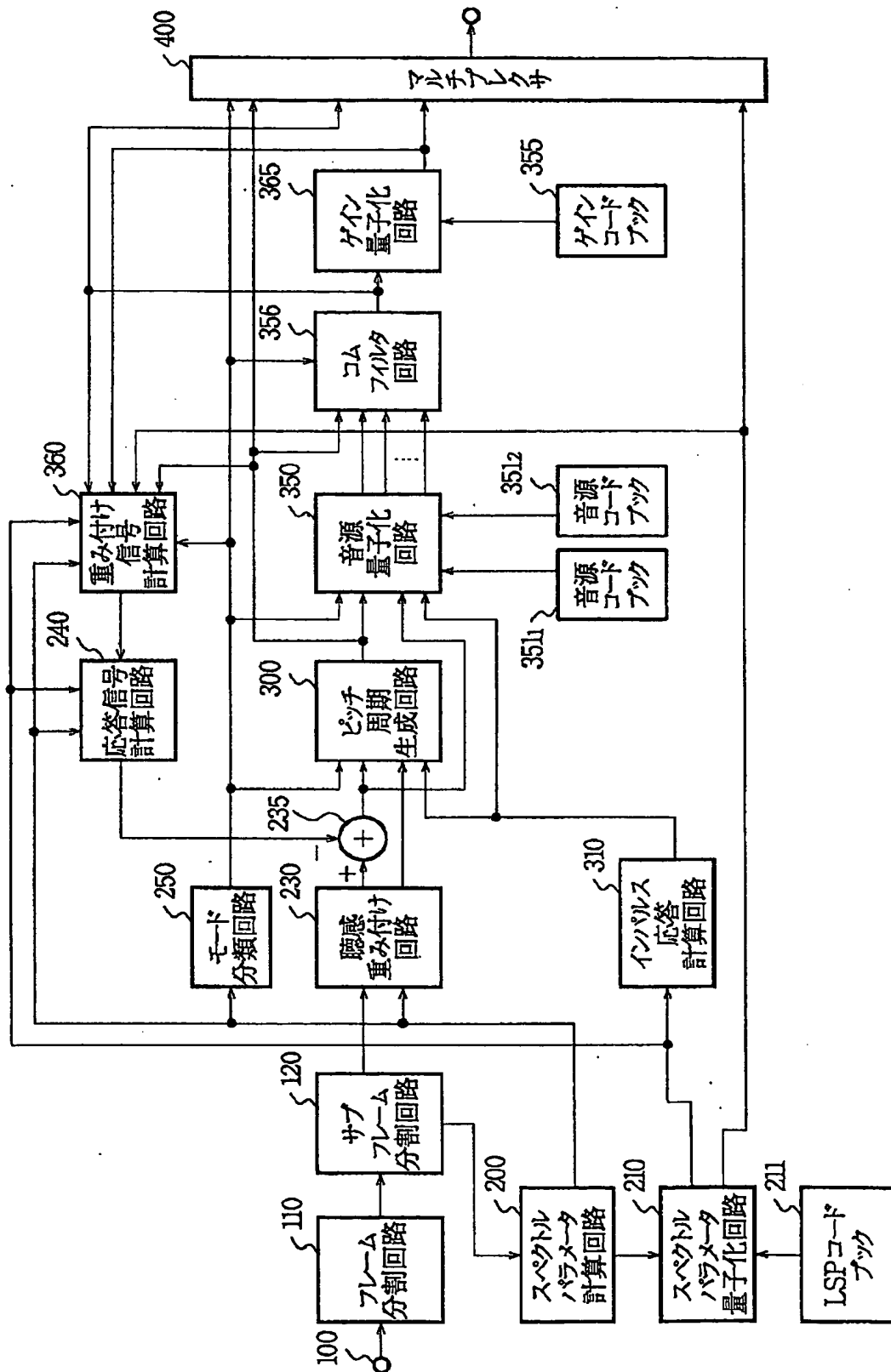
【符号の説明】

110	フレーム分割回路
120	サブフレーム分割回路
200	スペクトルパラメータ計算回路
210	スペクトルパラメータ量子化回路
211	LSPコードブック
230	聴感重み付け回路
235	減算回路
240	応答信号計算回路
250	モード分類回路
300	ピッチ周期生成回路
310	インパルス応答計算回路
350	音源量子化回路

351<sub>1</sub>、351<sub>2</sub> 音源コードブック  
355 ゲインコードブック  
356、357、358 コムフィルタ回路

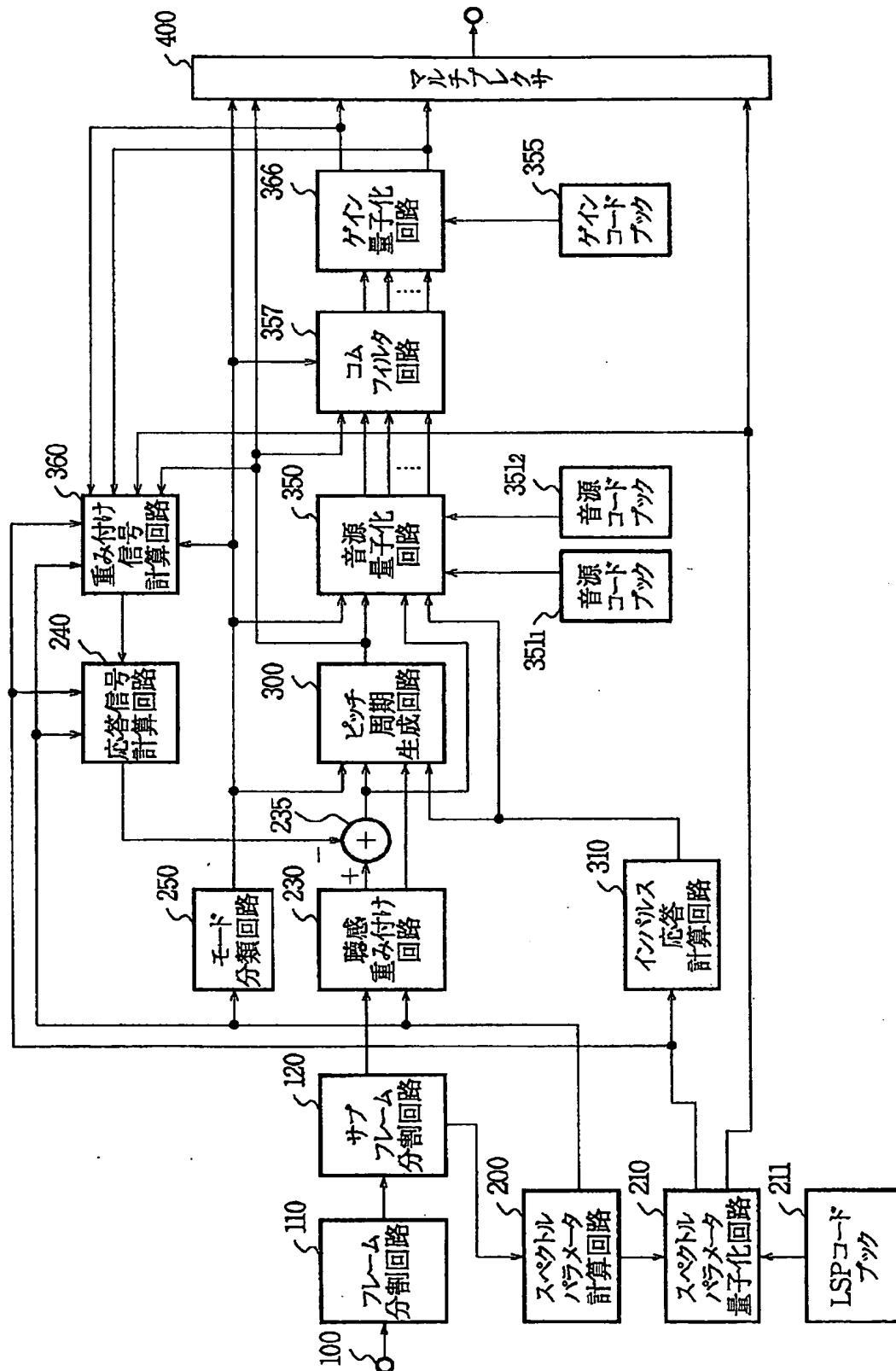
360、361 重み付け信号計算回路  
365、366 ゲイン量子化回路  
400 マルチプレクサ

〔図1〕





【図 2】



【図3】

